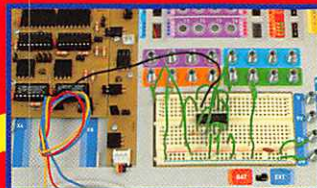
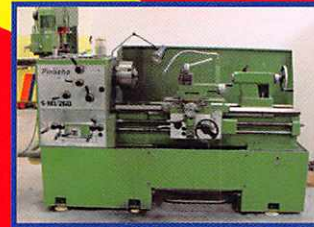
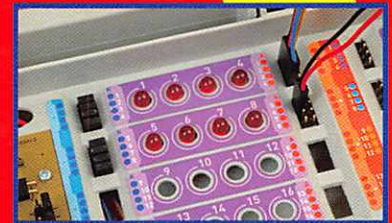
...e costruisci il tuo **LABORATORIO DIGITALE**

6,90 €

59

HARDWARE

DIGITALE DI BASE

MICROCONTROLLER

DIGITALE AVANZATO

TOTALMENTE PROGRAMMABILE!!!

9 771824 363008 41059

Peruzzo & C.

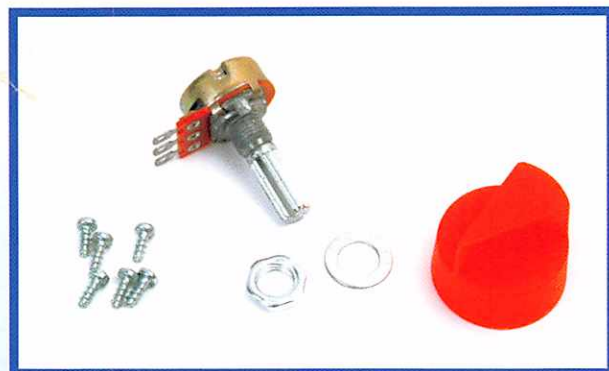
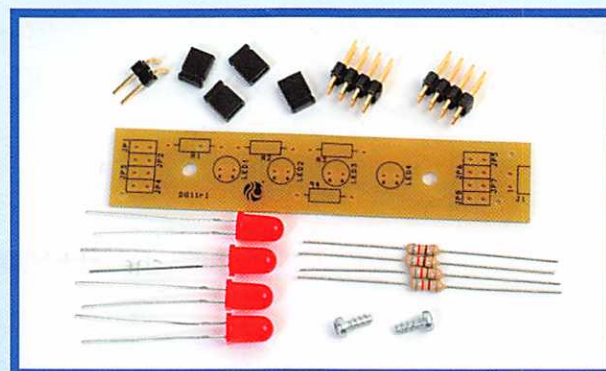
Direttore responsabile:
ALBERTO PERUZZO
Direttore Grandi Opere:
GIORGIO VERCELLINI
Consulenza tecnica e traduzioni:
CONSULCOMP S.n.c.
Pianificazione tecnica
LEONARDO PITTON

Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, Tel. 02/242021, 20099 Sesto San Giovanni (Mi). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1738 del 26/05/2004. Spedizione in abbonamento postale gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963. Stampa: Grafiche Porpora s.r.l., Cernusco S/N (MI). Distribuzione SO.DI.P. S.p.A., Cinisello Balsamo (MI).

"ELETTRONICA DIGITALE"
si compone di
70 fascicoli settimanali
da suddividere
in 2 raccoglitori.

RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI. Per ulteriori informazioni, telefonare dal lunedì al venerdì ore 9.30-12.30 all'ufficio arretrati tel. 02/242021. Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione € 3,10 per pacco. Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di € 25,82 e non superiore a € 51,65, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammonteranno a € 6,20. La spesa sarà di € 9,81 da € 51,65 a € 103,29; di € 12,39 da € 103,29 a € 154,94; di € 14,98 da € 154,94 a € 206,58; di € 16,53 da € 206,58 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di € 0,52, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera. IMPORTANTE: è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

IN REGALO in questo fascicolo

1 Potenziometro con alberino metallico da 100 K Lin. con bullone e rondella
1 Manopola per potenziometro
6 Viti

IN REGALO nel prossimo fascicolo

1 Scheda DG11r1
4 LED rossi
2 Connettori maschio da c.s. da 2x4 vie diritti
1 Connettore maschio da c.s. a 90° a 2 vie
4 Resistenze da 820 W 5% 1/4 W
4 Ponticelli isolati neri
2 Viti con filetto per plastica

COME RACCOGLIERE E SUDDIVIDERE L'OPERA NELLE 4 SEZIONI

L'Opera è composta da 4 sezioni identificabili dalle fasce colorate, come indicato sotto. Le schede di ciascun fascicolo andranno suddivise nelle sezioni indicate e raccolte nell'apposito raccoglitore, che troverai presto in edicola. Per il momento, ti consigliamo di suddividere le sezioni in altrettante cartellette, in attesa di poterle collocare nel raccoglitore. A prima vista, alcuni numeri di pagina ti potranno sembrare ripetuti o sbagliati. Non è così: ciascuno fa parte di sezioni differenti e rispecchia l'ordine secondo cui raccogliere le schede. **Per eventuali domande di tipo tecnico scrivere al seguente indirizzo e-mail:** elettronicadigitale@microrobots.it

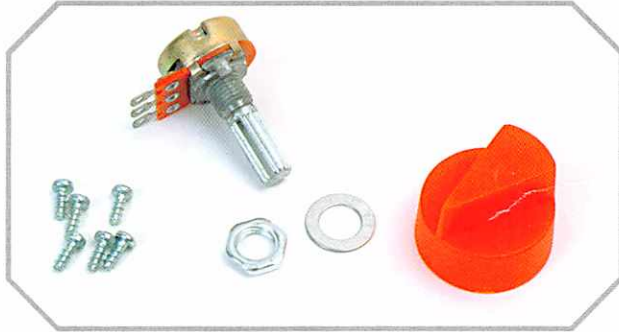
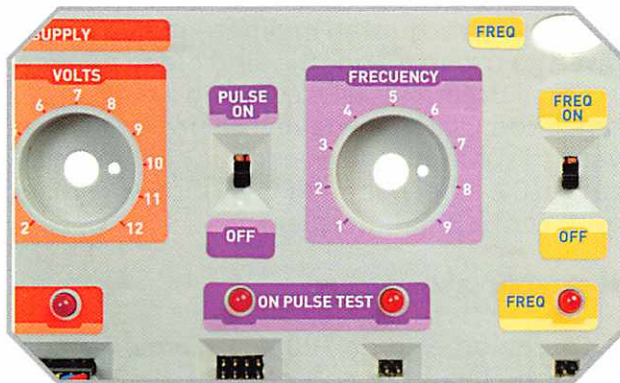
Hardware Montaggio e prove del laboratorio

Digitale di base Esercizi con i circuiti digitali

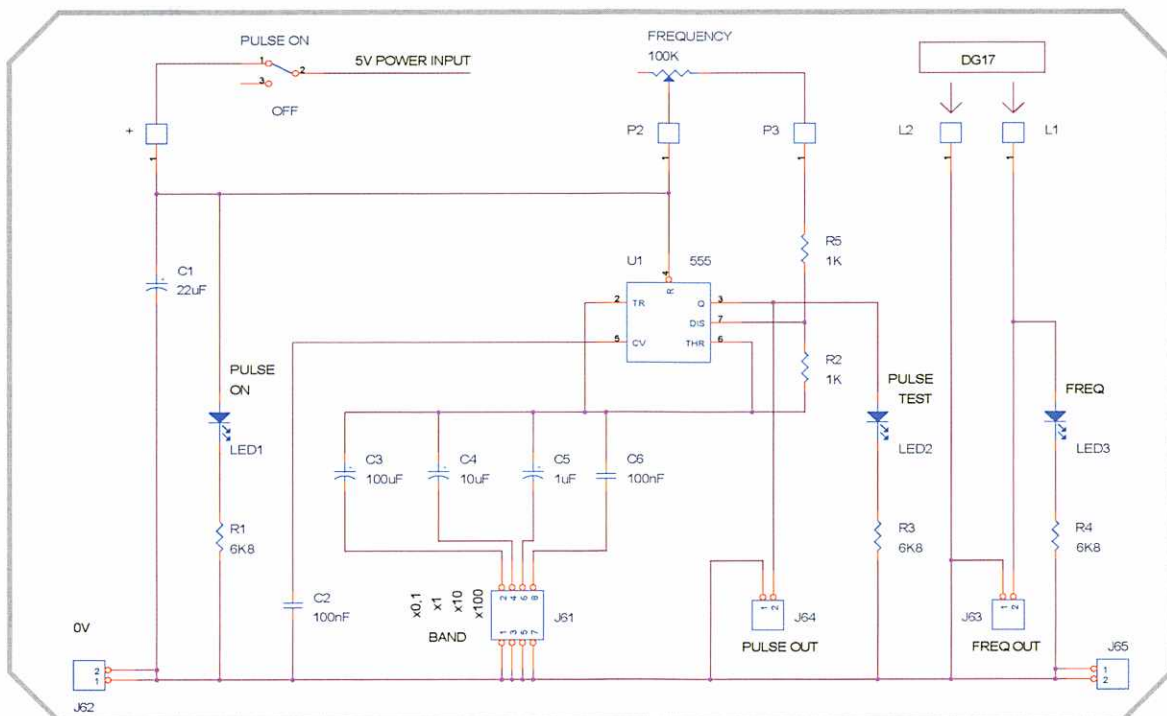
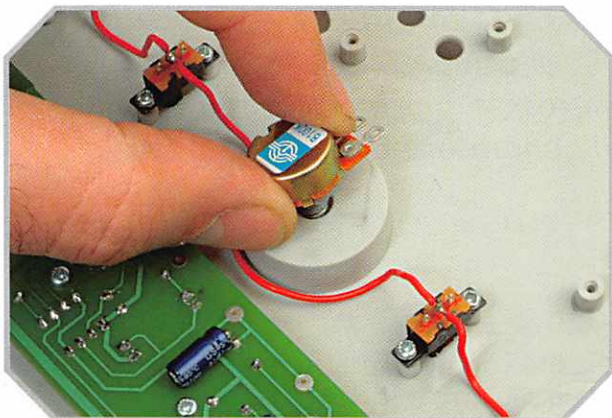
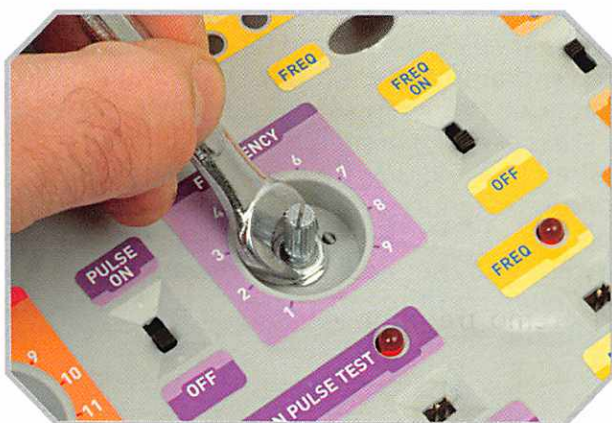
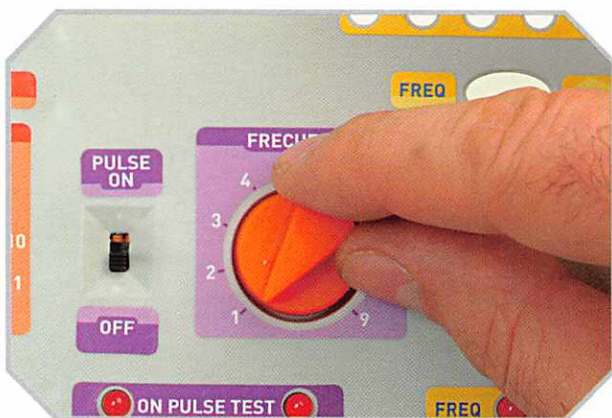
Digitale avanzato Esercizi con i circuiti sequenziali

Microcontroller Esercizi con i microcontroller

Il generatore di impulsi (III)

Con la fornitura del potenziometro si completano i materiali necessari per mettere in funzione il generatore di impulsi.

Componenti allegati a questo fascicolo.

Zona riservata al potenziometro.

Il potenziometro permette di ottenere sulla scala più alta frequenze comprese tra 150 Hz e 5 kHz, con il ponticello selettore di banda inserito su x 100. Spostando questo ponticello alla posizione successiva si ottiene la stessa frequenza divisa per 10, ovvero tra 15 Hz e 500 Hz; nella posizione successiva le frequenze sono tra 1,5 Hz e 50 Hz e nell'ultima posizione tra 0,15 Hz e circa 5 Hz. Con questa gamma così ampia di frequenze è possibile realizzare una grande quantità di esperimenti.

La scala del pannello frontale, che è una scala relativa, è graduata da 1 a 9. Riportiamo le misure ottenute su uno dei nostri prototipi e possono anche differire un po' da quelle che otterrete a causa della tolleranza normale dei componenti utilizzati, anche se dobbiamo notare che abbiamo eseguito delle prove con

Schema elettrico.

Installazione del potenziometro.

Prima di chiudere il bullone verificate la centratura.

Montaggio del comando nella sua posizione iniziale.

Indicatore	Banda x 100	Banda x 10	Banda x 1	Banda x 0,1
1	127	13	1,3	0,13
2	140	14	1,4	0,14
3	165	16	1,6	0,16
4	195	19	2,0	0,2
5	245	25	2,5	0,25
6	325	33	3,2	0,32
7	485	48	4,8	0,48
8	939	94	9,4	0,95
9	4.450	445	44	4,4

componenti acquistati in differenti negozi e le diversità rispetto a questi valori erano minime.

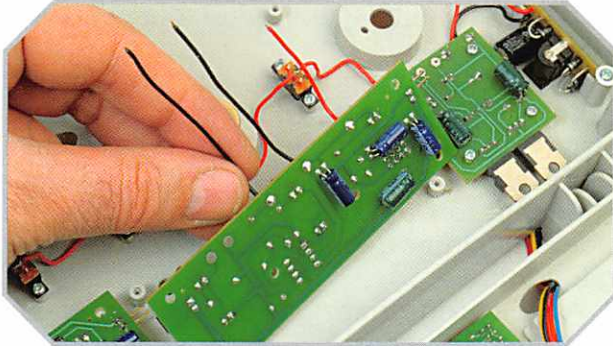
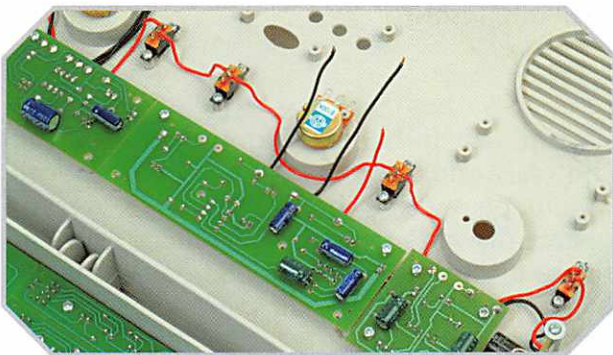
Come potete osservare vi sono alcune differenze con i valori inizialmente previsti. Osservando i valori ottenuti vedremo che tra l'indicatore 8 e 9 del pannello si verificano le maggiori variazioni di frequenza.

Il potenziometro

Il potenziometro da 100 K si monta, così come abbiamo fatto con gli altri, dall'interno del laboratorio, facendo incastrare il perno che impedisce la rotazione all'interno del foro piccolo del pannello e inserendo poi la rondella e il dado che chiuderemo leggermente. Ricordatevi di fare molta attenzione a non esercitare uno sforzo eccessivo con la chiave sul dado.

Per montare la manopola ruotiamo l'asse del potenziometro in senso antiorario e collochiamo la punta della manopola in modo da fargli indicare il numero 1, ma senza fissarla per verificare prima la corsa e controllare se arriva bene al 9; nel caso fosse necessario, riposizioneremo la manopola fino a ottenere una buona percorrenza della scala. Prima di inserire la manopola è necessario sostenere il corpo del potenziometro dall'altro lato per non piegare il pannello del laboratorio.

Collegamenti

La scheda DG16 ha tre collegamenti ancora da eseguire, uno di essi è necessario per collegare il positivo dell'alimentazione e si esegue con un filo rosso da 5,5 cm di lunghezza sal-

Due fili neri per il potenziometro e uno rosso per l'alimentazione.

Scheda DG16 nella sua posizione.

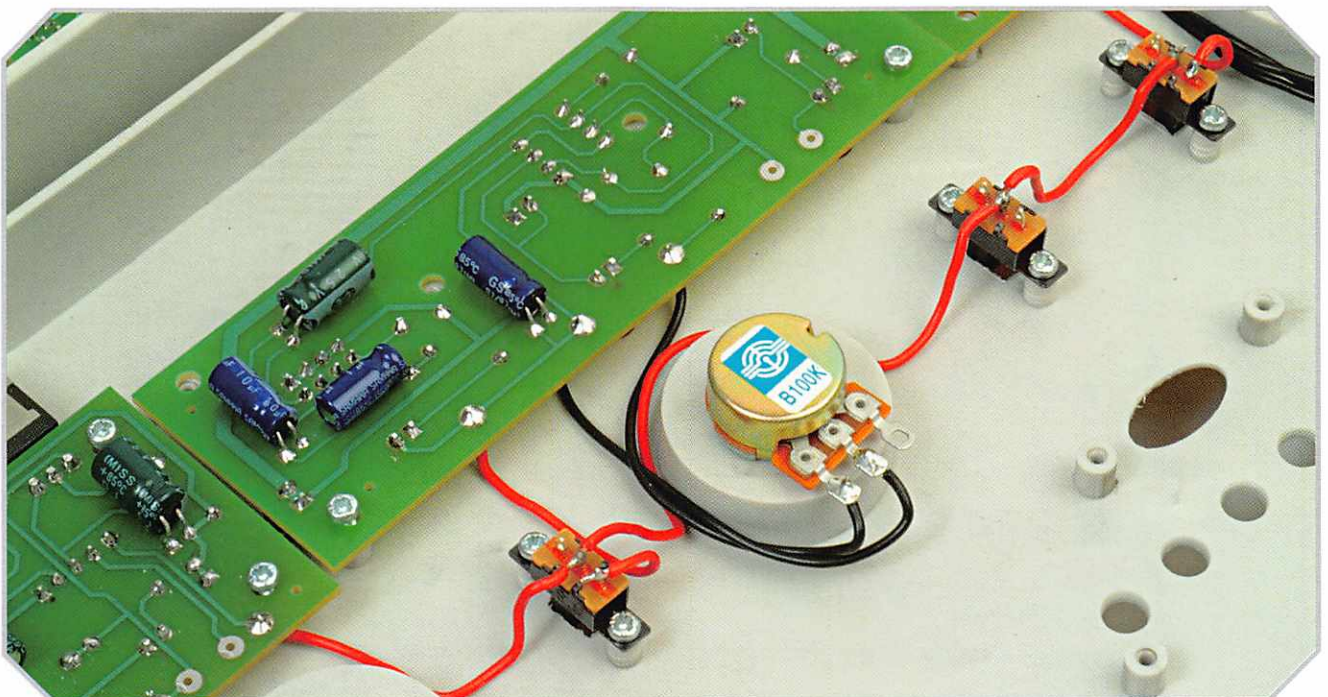
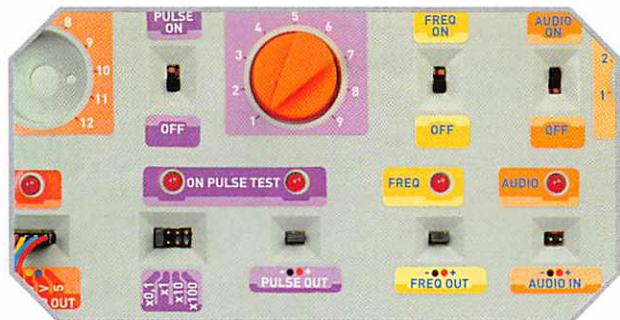
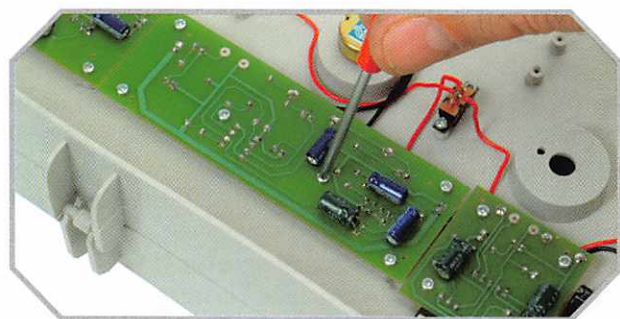
dando prima uno dei due estremi alla piazzola di saldatura identificata sulla scheda con il segno +. Gli altri due collegamenti si eseguono con del filo nero, sono da 8 cm di lunghezza e vanno ai riferimenti della scheda P2 e P3 che corrispondono al potenziometro. Consigliamo di saldare prima le estremità dei fili che vanno sulla scheda.

Queste operazioni si eseguono più facilmente se togliamo la scheda dalla sua sede, e a questo scopo dobbiamo svitare le viti della scheda DG15 e allentare quelle della DG18.

Dopo aver saldato i tre fili monteremo nuovamente la scheda nella sua sede senza stringere le viti ed eseguiremo i collegamenti indicati in precedenza per i quali vi consigliamo di seguire le fotografie: il filo rosso si collega al commutatore PULSE ON e gli altri al potenziometro.

Il negativo dell'alimentazione si trasferisce da scheda a scheda tramite i connettori che le uniscono.

Centratura

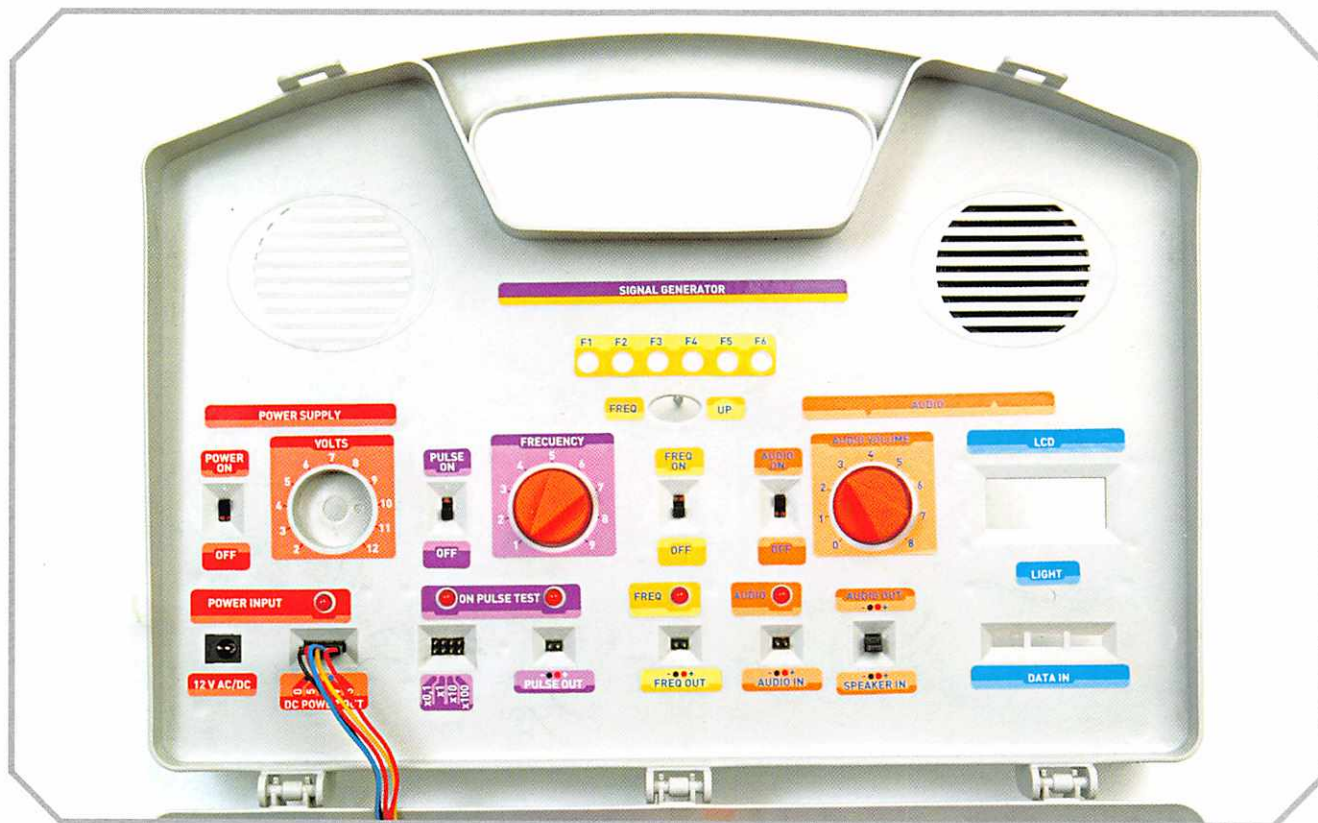
Per facilitare la centratura della scheda collegheremo tre ponticelli su PULSE OUT, FREQ

Collegamenti del potenziometro e dell'alimentazione.

I ponticelli facilitano il centraggio della scheda.

Fissaggio della scheda DG16.

OUT e X0,1, i quali si utilizzano solamente per centrare la scheda.

A questo punto potremo avvitare a fondo le viti che fissano la scheda, ovviamente senza stringere esageratamente, poi estrarremo i ponticelli da PULSE OUT e da FREQ OUT, dato che il selettore di banda deve sempre avere un ponticello inserito per poter far funzionare il generatore.

A titolo di informazione bisogna dire che se inseriamo più ponticelli metteremo in parallelo due capacità e la frequenza sarà un po' più bassa, approssimativamente un 10% in meno del valore del ponticello più basso che abbiamo inserito.

Viti

Con questo fascicolo vengono fornite 6 viti che saranno necessarie successivamente, quindi, per evitare che vadano perse, vi consigliamo di avvitarle per un paio di giri senza arrivare a fondo su alcune delle colonnine che ancora non abbiamo utilizzato.

Pannello superiore.

Prova del generatore di impulsi

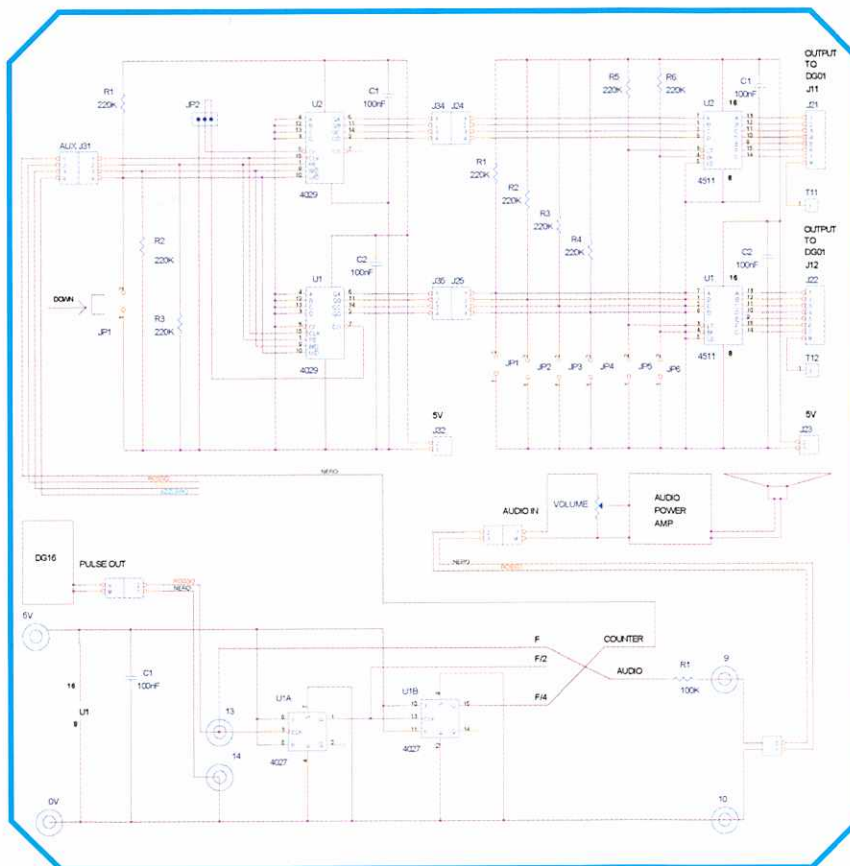
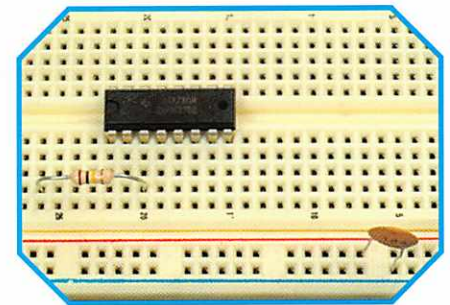
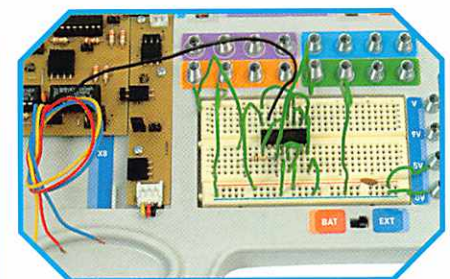
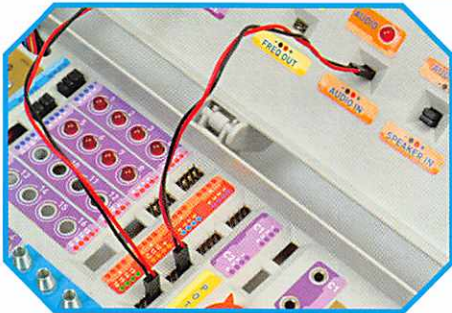
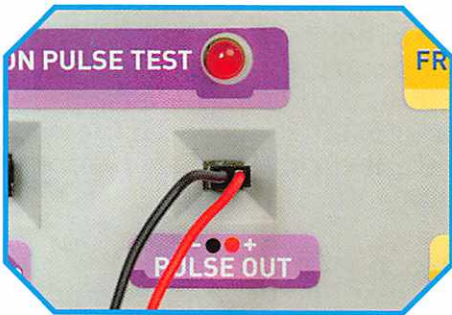
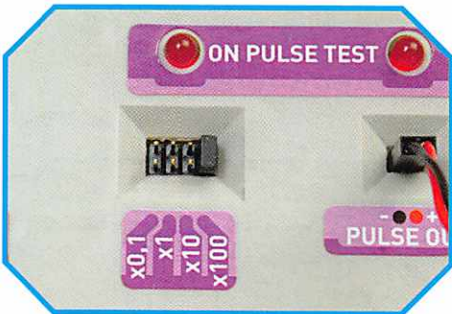
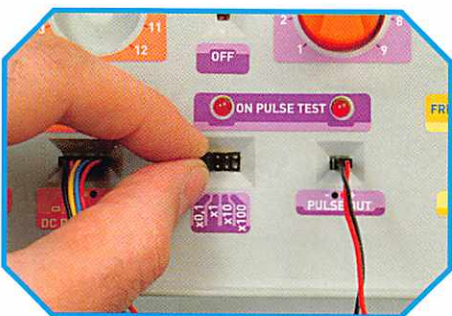
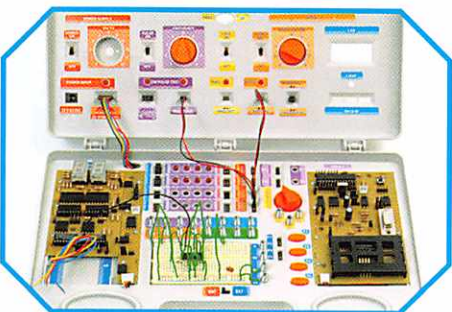
In questo circuito eseguiremo il montaggio di un divisore per 2 e per 4 che ci permetterà di provare il funzionamento del generatore di impulsi.

Il circuito

Questo circuito montato sulla scheda Bread Board consiste in due divisori per 2 collegati a cascata, di conseguenza avremo tre segnali: quello originale, l'originale diviso per due e lo stesso diviso per quattro. Si utilizzano i due bistabili del circuito integrato 4027 configurati come bistabili tipo T, dato che uniremo gli ingressi J e K.

L'uscita del generatore di impulsi si ottiene sul connettore PULSE OUT, dove il terminale siglato col punto rosso è quello attivo, mentre la massa corrisponde al nero. Questo segnale si porta mediante un cavetto con fili terminati su due connettori femmina, fino alle molle 13 e 14 e da qui all'ingresso del clock del bistabile U1A, alla cui uscita otterremo la frequenza dimezzata F/2, mentre all'uscita dell'altro bistabile U1B avremo F/4. Otteniamo quindi tre segnali che si possono applicare all'ingresso del clock del contatore, e all'ingresso dell'amplificatore audio in modo indipendente, ovvero possiamo applicare la stessa frequenza simultaneamente al contatore e all'ingresso audio, oppure applicare frequenze differenti. Dopo aver visto il circuito vediamo come si esegue l'esperimento.

Montaggio e prova

Con tutte le alimentazioni scollegate, commutatore su EXT, senza alimentatore collegato e tutti gli interruttori del pannello superiore

Schema elettrico.

Componenti sulla scheda Bread Board.

Vista parziale del cablaggio.

Collegamenti audio; è necessario rispettare i colori rosso e nero.

Collegamento all'uscita del generatore di impulsi.

Ponticello su x 100 per le frequenze più alte.

Le frequenze più basse si ottengono con x 0.1.

Esperimento completato.

spenti, inizieremo a montare i componenti nel modo abituale, senza dimenticare l'alimentazione del circuito integrato che deve essere da 5 volt.

Mediante un cavetto terminato su due connettori porteremo il segnale di uscita del generatore di impulsi fino alle molle 13 e 14, utilizzando un altro cavetto simile per far arrivare fino all'ingresso audio, AUDIO IN, i segnali disponibili sulla scheda Bread Board e collegando, ad esempio, F all'ingresso audio e F/4 all'ingresso del contatore, come si può vedere nello schema. Tenete presente che se la frequenza è molto bassa potrete facilmente vedere l'avanzamento del contatore ma non ci sarà audio, a eccezione di un leggero fruscìo, invece nel caso contrario, se la frequenza è molto alta, avremo un segnale facilmente udibile ma sarà impossibile seguire il contatore e sembrerà che i segmenti siano illuminati in modo continuo.

Prima di fornire l'alimentazione dobbiamo collegare l'ingresso del clock del contatore e impostare i ponticelli dell'alimentazione delle schede DG04 e DG05, i quali saranno in senso orizzontale su AUDIO OUT, senza dimenticare il ponticello su x 100.

Il potenziometro del volume verrà posizionato vicino al minimo e quello di FREQUENCY circa a metà della sua corsa.

Dopo aver verificato che tutto il montaggio sia corretto collegheremo l'alimentazione al laboratorio mediante le molle da 5 V, e forniremo alimentazione con PULSE ON e AUDIO ON. A questo punto udiremo un suono dall'altoparlante e i segmenti del contatore si devono illuminare, anche se non li possiamo seguire; ruotando il comando di FREQUENCY il suono cambierà. Se spostiamo il ponticello su x 0,1 il suono cesserà, ma il contatore avanzerà lentamente; dobbiamo sapere se il collegamento del clock sia stato eseguito su F/2 o F/4. Contando gli impulsi e con un cronometro alla mano possiamo misurare la frequenza, a ogni spostamento del ponticello la frequenza si moltiplica per 10.

LISTA DEI COMPONENTI

U1	Circuito integrato 4027
R1	Resistenza 100 K (marrone, nero, giallo)
C1	Condensatore 100 nF

Controllo dei processi industriali. Il trapano: la pratica

Ci dedicheremo ora alle fasi finali del progetto degli esercizi rivolti al controllo di processi industriali. Realizzeremo il montaggio elettrico del progetto di automazione di una macchina per foratura, dato che per il controllo del tornio ci servirà questo stesso montaggio.

Configurazione hardware del laboratorio per la scrittura

Anche se abbiamo visto la possibilità di caricare i programmi sul PIC mediante la scheda Smart Card utilizzando il programma Bootloader, in questo caso seguiremo i passaggi classici di scrittura del programma direttamente sul PIC.

Dobbiamo configurare il Laboratorio per la scrittura del microcontroller. Inseriremo i ponticelli sui connettori JP8 e JP9, sposteremo i jumper dei connettori JP1, JP2 e JP3 sulle posizioni 1 e 2 e collegheremo il cavo di trasferimento tra il PC e il Laboratorio.

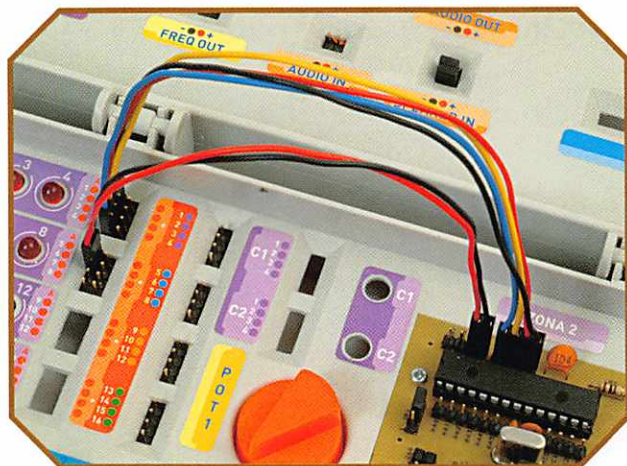
Scrittura con IC-Prog

È tutto pronto per stabilire la comunicazione tra il PIC e il PC, quindi possiamo far partire IC-Prog. Ogni volta che si desidera scrivere un nuovo programma sul PIC è necessario prima cancellare tutto il suo contenuto. Selezionate sulla finestra a tendina della parte superiore destra il dispositivo PIC16F870, scegliete l'opzione Cancella Tutto e verificate che il PIC sia vuoto, leggendo il suo contenuto e verificando che tutti i suoi indirizzi di memoria contengano il valore 3FFF.

A questo punto possiamo caricare il codice sul PIC, quindi dobbiamo aprire il file "trapano.hex". Configureremo l'oscillatore (XT), verificheremo che la protezione del codice si trovi su CP OFF e selezioneremo i bit della parola di configurazione WDT e PWRT. Per scrivere il PIC selezioneremo l'opzione Programma Tutto

Scriviamo il codice sul PIC con IC-Prog.

PASSI PER SCRIVERE IL PIC	
1	Verificare il corretto montaggio del PIC
2	Collegare il cavo di comunicazione Laboratorio-PC
3	Impostare i ponticelli su JP8 e JP9
4	Ponticelli su JP1, JP2 e JP3 sulle posizioni 1 e 2
5	IC-Prog: Fasi di lettura, cancellazione e verifica
6	IC-Prog: Caricamento del programma e configurazione del software
7	IC-Prog: Scrittura e verifica

Lettura del contenuto del PIC per verificare la scrittura.

Collegamento della porta B alla matrice dei LED.

Collegamento mediante ponticelli ai catodi dei diodi.

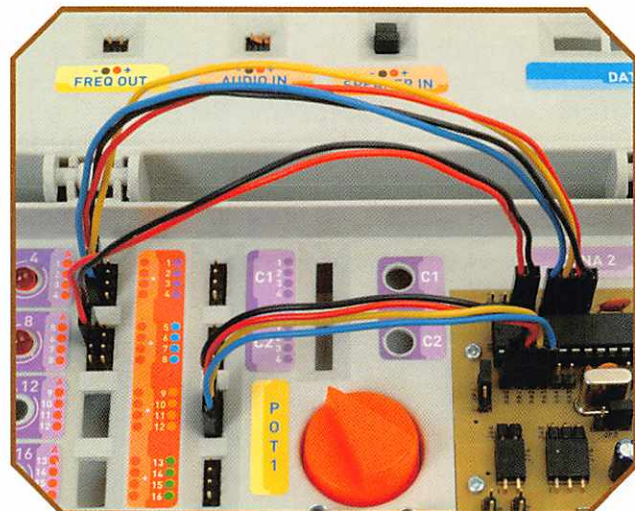
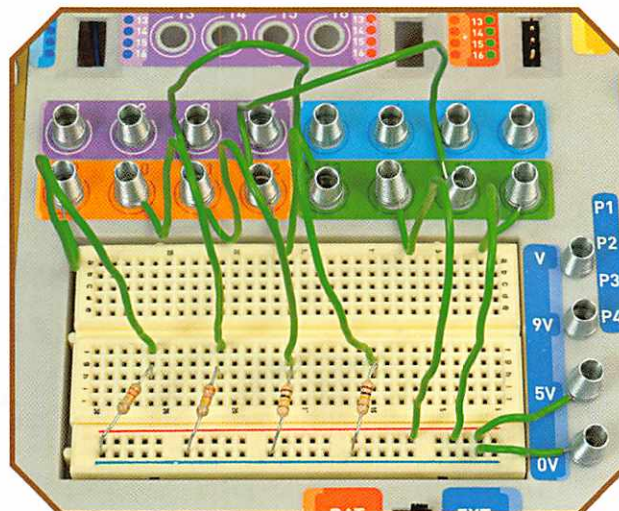
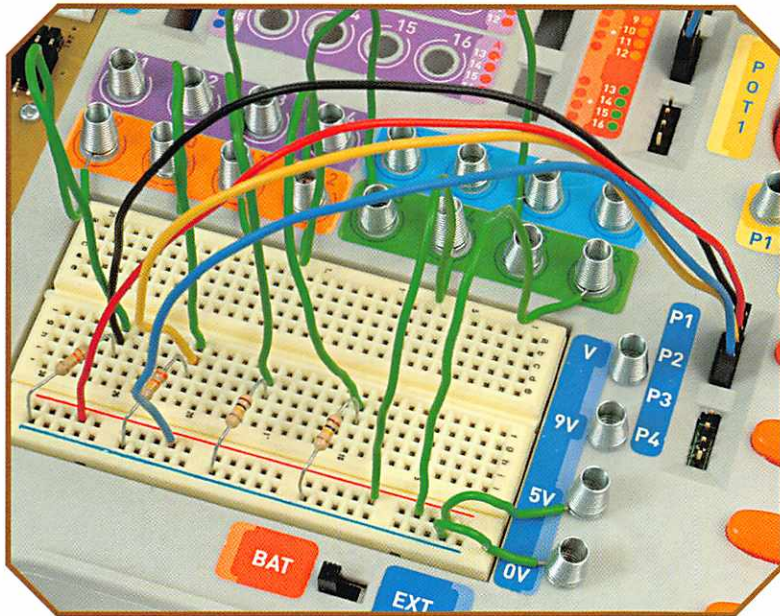
e verificheremo che venga eseguita correttamente leggendone il contenuto.

Configurazione del laboratorio per eseguire il montaggio

Dopo aver caricato sul PIC il programma desiderato dobbiamo configurare nuovamente il laboratorio per poter montare il circuito elettrico che prova il funzionamento reale dell'applicazione. Togliamo i ponticelli dai connettori JP8 e JP9 e spostiamo i ponticelli dei connettori JP1, JP2 e JP3 sulle posizioni 2 e 3. Infine dobbiamo scollegare il cavo di trasferimento tra il PC e il laboratorio.

Montaggio delle uscite

Per simulare le uscite dell'applicazione le collegheremo alla matrice dei diodi LED. In questo modo potremo verificare che le uscite rispondano alle nostre aspettative e che se al posto dei diodi collegheremo un relè o qualsiasi altro dispositivo, questo si attiverà correttamente.

Uniamo mediante dei cavetti la porta B, che utilizzeremo come uscita, alla matrice dei diodi LED. Dato che abbiamo cinque uscite (RB4:RB0) dobbiamo utilizzare due cavetti. Ricordate sempre che quando lavoriamo con i diodi LED collegati alle uscite del PIC bisogna

Collegamento dei terminali della porta A alle molle di interconnessione.

Sulla scheda Bread Board prepariamo il montaggio degli ingressi.

Colleghiamo direttamente i primi due pulsanti.

impostare i ponticelli sui catodi, come si può vedere nella figura della pagina precedente.

Montaggio degli ingressi

Per simulare gli ingressi del sistema del laboratorio utilizzeremo i pulsanti P1:P4. Assegneremo RA0 a P1, RA1 a P2, RA2 a P3 e RA3 a P4.

Uniremo mediante un cavetto i primi quattro terminali della porta A del microcontroller con il connettore che corrisponde alle molle di interconnessione dalla 9 alla 12 (zona arancio).

Sulla scheda Bread Board inseriremo quattro resistenze i cui estremi da un lato saranno collegati al negativo, e dall'altro alle molle di interconnessione della zona arancio mediante dei fili.

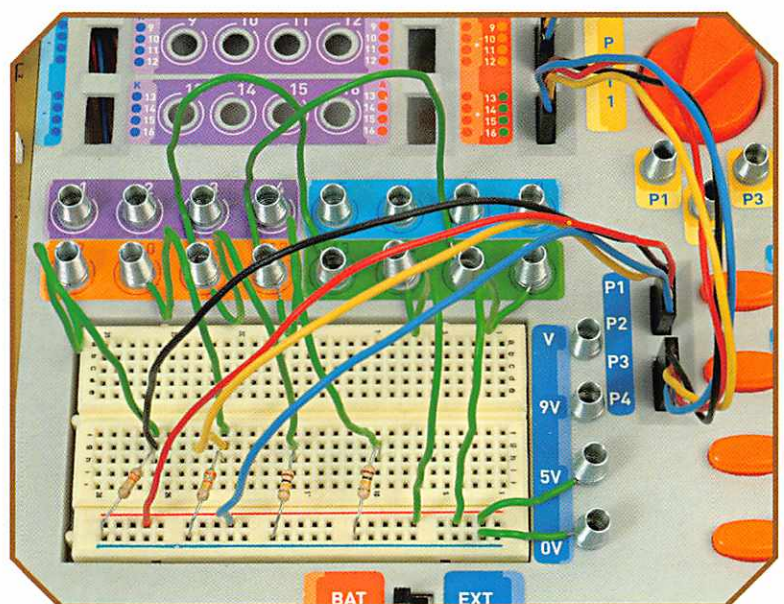
A questo punto dobbiamo inserire i pulsanti, cosa che faremo in due modi differenti con due diversi tipi di cavetti. Utilizzeremo le molle di interconnessione verdi per far arrivare il positivo ai capi della resistenza che è unita ai terminali di ingresso. Queste molle ci serviranno per il montaggio di due ingressi. Uniremo al positivo le molle 14 e 16, mentre le molle 13 e 15 le collegheremo alle molle 11 e 12 rispettivamente. Nelle figure potete vedere il montaggio che abbiamo realizzato.

Sui due ingressi che non abbiamo ancora preparato collegheremo un filo che andrà direttamente al pulsante, quest'ultimo sarà inserito tra l'ingresso del microcontroller e il positivo (vedi figura).

Per abilitare gli altri due pulsanti dobbiamo unire mediante un cavetto il connettore di questi ultimi con il connettore che corrisponde alle molle verdi. In questo modo e con il montaggio spiegato in precedenza, abbiamo inserito il pulsante tra il positivo e il terminale d'ingresso.

Prova di funzionamento

Con tutto il montaggio correttamente eseguito possiamo già verificare che il programma risponde adeguatamente al circuito montato.

Alimentiamo il circuito e constatiamo che inizialmente il sistema apparentemente non

Abilitiamo i due pulsanti rimanenti.

fa nulla. Premendo il primo pulsante P1 simuleremo che un nuovo pezzo stia entrando nel processo di foratura e vedremo come si attiva l'uscita corrispondente sulla matrice dei LED.

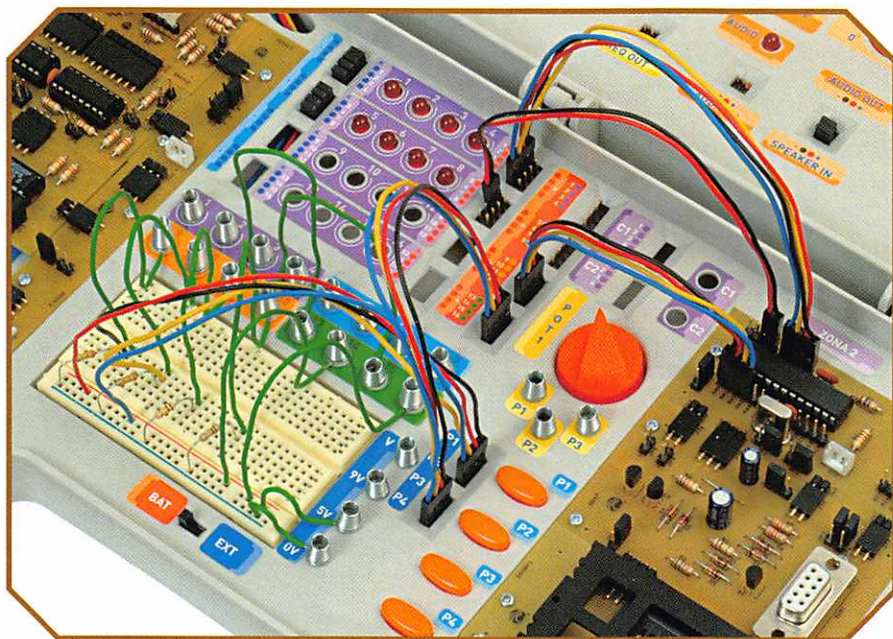
Per simulare i sensori non dobbiamo fare altro che premere i pulsanti corrispondenti. In questo modo possiamo simulare una lavorazione meccanica completa. Verificheremo che le uscite si attivino solamente in presenza delle condizioni necessarie e che il programma risponda in modo soddisfacente all'ultima fase del progetto.

Prova del circuito attivando i pulsanti.

Diverse alternative da mettere in pratica

Abbiamo sviluppato il montaggio per il processo della macchina di foratura, però quando ci occuperemo del progetto del controllo di un tornio vedremo che si lavora con gli stessi ingressi e le stesse uscite, eccetto due che sul tornio non si usano. Il montaggio di questo progetto di automazione risulta quindi identico a quello già realizzato. Provate a caricare il programma del tornio sul microcontroller e a simularne il funzionamento reale sul laboratorio.

Potete provare a modificare i programmi inserendo delle difficoltà. Immaginate, per esempio, che dopo aver attivato il pulsante che indica l'inizio del processo, questo non inizi se non sono trascorsi 5 secondi (utilizzo di temporizzatori). Programmate un pulsante di arresto di emergenza (interrupt), o inserite qualsiasi altra modifica, dato che questo può succedere quando sviluppiamo un'applicazione per un processo industriale.

Per fare pratica potete anche caricare il programma sulla scheda Smart Card e utilizzare il Bootloader sul microcontroller per scaricare il programma. In questo modo affinerete le conoscenze e acquisirete disinvoltura e sicurezza sul lavoro con i microcontroller.

Aspetto del laboratorio durante la simulazione.

Controllo dei processi industriali (II): il tornio

Vedremo ora un altro esempio reale di automatizzazione di un processo industriale. In questo caso controlleremo la tornitura di pezzi e grazie all'utilizzo di un microcontroller, ottimizzeremo il processo di alimentazione e controllo della macchina di tornitura (tornio).

Il tornio

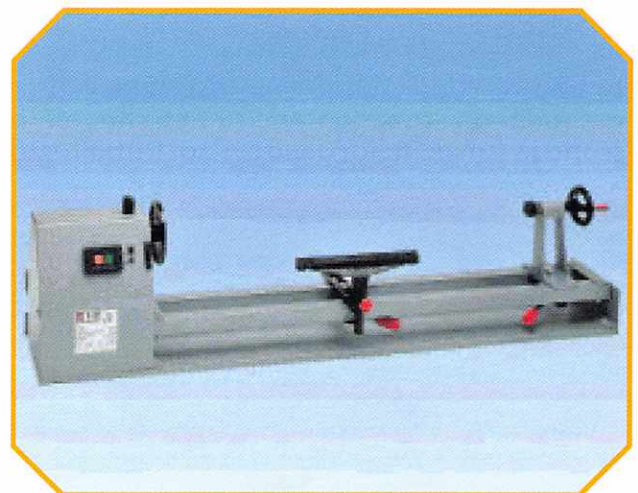
Il tornio è una macchina molto diffusa nelle officine meccaniche. I sistemi di alimentazione dei pezzi o lo stesso processo di tornitura possono variare in funzione della complessità della macchina. Possiamo anche trovare sul mercato torni programmabili, ma noi lavoreremo su uno dei più semplici e diffusi, offrendo una facile ed economica soluzione per la sua automatizzazione.

Analisi del progetto

Quando si affronta un progetto di questo tipo la prima cosa da fare è analizzare il funzionamento per adottare una soluzione ottimale. In questa analisi definiremo i dispositivi esterni da utilizzare come sensori, motori, ecc., dopodiché potremo dedurre gli ingressi e le uscite con cui lavoreremo e, infine, definiremo il resto dei dispositivi nel caso fossero necessari.

La soluzione per controllare questo processo è la seguente:

La sequenza inizia premendo "I" (RA0) che attiva il cilindro "V" (RB0). Questi, nel suo avanzamento, incontra il pezzo da tornire e aziona il sensore "b" (RA2), attivando il relè del motore "M" (RB1). Inizia la tornitura. Durante l'avanzamento si raggiunge il sensore "c" (RA3), che disattiva il cilindro "V" (RB0) iniziando la retrocessione dello stesso. Quando si passa nuovamente per "b" (RA2) si disconnette "M" (RB1). Quando si raggiunge il finecorsa "a" (RA1) si attiva un segnale acustico "A" (RB2) per avvisare l'operaio di togliere il pezzo, collocarne uno nuovo e iniziare un nuovo ciclo premendo "I" (RA0).

Diversi tipi di torni presenti sul mercato.

Tornio tipico sul quale possiamo eseguire un controllo automatico.

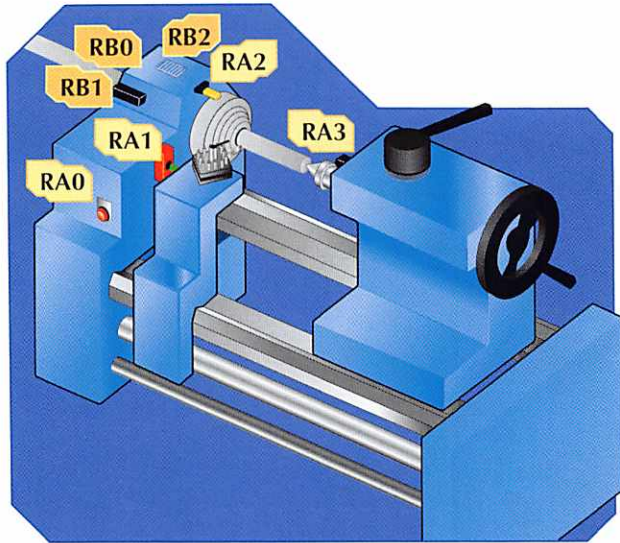



Diagramma del processo.

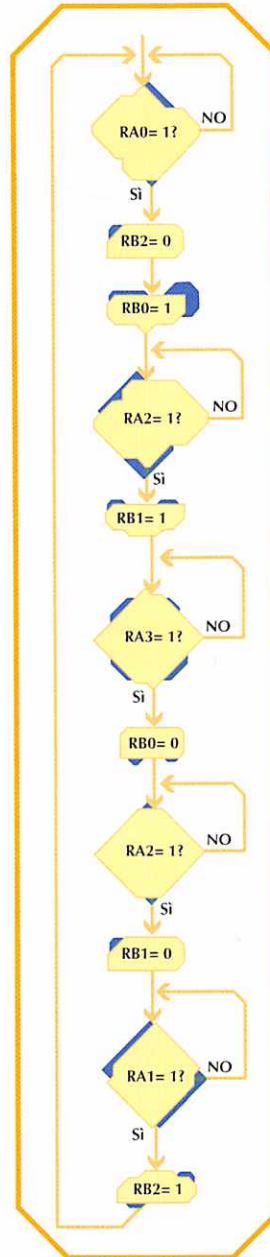
Organigramma

Per questo tipo di programmi, che nascono per controllare un processo industriale, sono fondamentali gli organigrammi. Il processo di automatizzazione avrà un ordine ben preciso che verrà inserito nell'organigramma allegato al funzionamento generale del programma. Se generiamo un organigramma che si adatti correttamente all'applicazione, la fase successiva di creazione del codice risulterà molto semplice. Nella figura possiamo vedere l'organigramma corrispondente a questa applicazione.

Codice

Iniziamo, come sempre, intestando il programma con i commenti pertinenti che chiariscono la funzionalità dello stesso. Definiremo

Ingressi	RA0	Pulsante che indica l'inizio del processo, pezzo nuovo.
	RA1	Finecorsa per indicare che il cilindro si trova nella posizione di origine.
	RA2	Sensore che indica l'inizio della rotazione del tornio.
	RA3	Sensore che indica la retrocessione del cilindro.
Uscite	RB0	Attiva il cilindro di avanzamento del pezzo.
	RB1	Attiva il relè di attivazione del motore di rotazione del tornio.
	RB2	Segnale acustico di fine della tornitura.

Tabella degli ingressi e delle uscite.

Organigramma dell'applicazione.

il PIC da utilizzare e la libreria dove sono definiti i registri e, mediante le direttive ORG, organizzeremo la memoria di programma.

Il passo successivo consiste nel definire i dispositivi con cui vogliamo lavorare. Come per l'esempio del trapano, abbiamo bisogno unicamente di lavorare con porte di ingresso e di uscita, quindi le dobbiamo configurare. La porta A sarà una porta di ingressi digitali e la B di uscite.

Con l'aiuto dell'organigramma inizieremo a definire il codice per controllare il processo. Dobbiamo attendere che si attivi il pulsante di inizio del processo per un nuovo pezzo. Nel momento in cui si attiva (RA0=1) spegneremo il segnale acustico di pezzo terminato (RB2=0) e daremo il segnale di avanzamento del cilindro (RB0=1). Quando il pezzo avrà raggiunto la posizione del sensore "b" (RA2=1) attiveremo il motore del tornio (RB1=1) e il pezzo verrà tornito fino a raggiungere la posizione del sensore "c" (RA3=1). A questo punto forniremo uno 0 sul cilindro che sostiene il pezzo (RB0=0), il quale inizierà la sua retrocessione. Quando il pezzo raggiungerà nuovamente il sensore "b" spe-

```
TORNIO - Blocco note
File  Modifica  Formato  Visualizza  ?
;        ESERCIZIO: Simulazione del controllo di una macchina per tornitura
;       ---------------------------------------------------------------------
;
;La sequenza inizia premendo "I" (RA0) che attiva il cilindro "V" (RB0). Questi, nel suo
;avanzamento, blocca il pezzo da tornire e aziona il sensore "b" (RA2) attivando il relè
;del motore "M" (RB1). Inizia la tornitura. Durante l'avanzamento si raggiunge il sensore
;"c" (RA3) che disattiva il cilindro "V" (RB0) iniziando la retrocessione dello stesso. Passando
;nuovamente su "b" (RA2), si scollega "M" (RB1). Quando si raggiunge il termine della corsa "a"
;(RA1) si attiva un segnale acustico "A" (RB2) in modo che l'operaio tolga il pezzo, ne monti
;un altro e inizi un nuovo ciclo, premendo "I" (RA0).

                List     p=16F870         ;Tipo di processore
                include  "P16F870.INC"    ;Definizione dei registri interni

                org      0x00             ;Vector di Reset
                goto     Inizio

                org      0x05             ;Salva il vector di interrupt

Inizio          clrf     PORTB            ;Cancella i latch di uscita
                bsf      STATUS,RP0       ;Seleziona banco 1
                clrf     TRISB            ;Porta B si configura come uscita
                movlw    b'00000110'
                movwf    ADCON1           ;Porta A digitale
                movlw    b'00011111'
                movwf    TRISA            ;Porta A si configura come ingresso
                bcf      STATUS,RP0       ;Seleziona banco 0
```

Prima parte del codice.

```
tornio - Blocco note
File  Modifica  Formato  Visualizza  ?
Loop:           clrwdt                    ;Aggiorna il WDT
                btfss    PORTA,0          ;Testa se è attivato "I"
                goto     Loop             ;No, sequenza ferma
                bcf      PORTB,2          ;Si, inizia sequenza, acustico su OFF
                bsf      PORTB,0          ;Attiva cilindro "V", avanti

Attendi_b_1     clrwdt                    ;Aggiorna il WDT
                btfss    PORTA,2          ;Testa il sensore "b"
                goto     Attendi_b_1      ;Disattivato, attendi
                bsf      PORTB,1          ;"b" attivato, motore "M" su ON
Attendi_c       clrwdt                    ;Aggiorna il WDT
                btfss    PORTA,3          ;Testa il sensore "c"
                goto     Attendi_c        ;Disattivato, attendi
                bcf      PORTB,0          ;"c" attivato, cilindro "V" su OFF, indietro

Attendi_b_2     clrwdt                    ;Aggiorna il WDT
                btfss    PORTA,2          ;Testa il sensore "b"
                goto     Attendi_b_2      ;Disattivato, attendi
                bcf      PORTB,1          ;"b" attivato, motore "M" su OFF

Attendi_a       clrwdt                    ;Aggiorna il WDT
                btfss    PORTA,1          ;Testa il sensore "a"
                goto     Attendi_a        ;Disattivato, attendi
                bsf      PORTB,2          ;"a" attivato, acustico su ON
                goto     Loop

                end                       ;Fine del programma sorgente
```

Codice che risolve l'applicazione.

gneremo il motore del tornio (RB1=0). Quando il pezzo tornerà sulla posizione di partenza, rilevata mediante un nuovo sensore "a" (RA1=1), il cilindro avrà raggiunto il suo arresto meccanico quindi non dovremo agire su di esso (manterremo l'ordine di retrocessione) ma dovremo avvisare l'operaio che il pezzo è pronto e che il processo sta attendendo un nuovo pezzo, cosa che faremo attivando il segnale di uscita RB2 (RB2=1).

Compilazione e simulazione

Dopo aver realizzato il codice dobbiamo verificare che non contenga errori e che risponda alle richieste iniziali. Apriamo MPLAB, creiamo un progetto cui allegheremo il nostro codice e selezioniamo l'opzione Build All. Il codice compila senza errori, come possiamo verificare nell'immagine in basso dove sono riportati i risultati di questa operazione.

Per simulare il programma apriamo le finestre abituali, quella dei Registri delle Funzioni Speciali e quella che contiene unicamente i registri più interessanti da visualizzare con la loro presentazione in binario. Sappiamo per esperienze precedenti che se cominciamo a simulare, il programma si fermerà nell'attesa che si attivi il segnale di ingresso e non potremo vedere la sua esecuzione completa. Mediante il simulatore di stimoli asincroni forzeremo gli ingressi per poter uscire dai cicli di attesa e verificare il programma in tutta la sua estensione. Assegneremo i quattro ingressi ai pulsanti corrispondenti e questa volta, anziché programmarli su High per fornire un livello alto all'ingresso attivato, li programmeremo in modo Toggle, in modo che a ogni pressione del pulsante l'ingresso corrispondente cambierà stato. Potremo quindi cambiare da 0 a 1 e viceversa senza dover riprogrammare il pulsante. Fatto questo, inizieremo la simulazione passo a passo e verificheremo l'evoluzione del programma. Il programma risponde in modo soddisfacente alle aspettative.

Montaggio e conclusioni

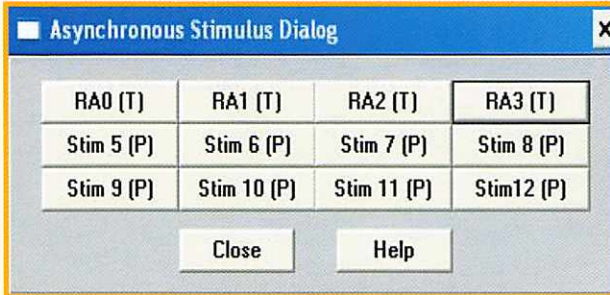
Come avete potuto vedere questo programma è molto simile a quello presentato in pre-

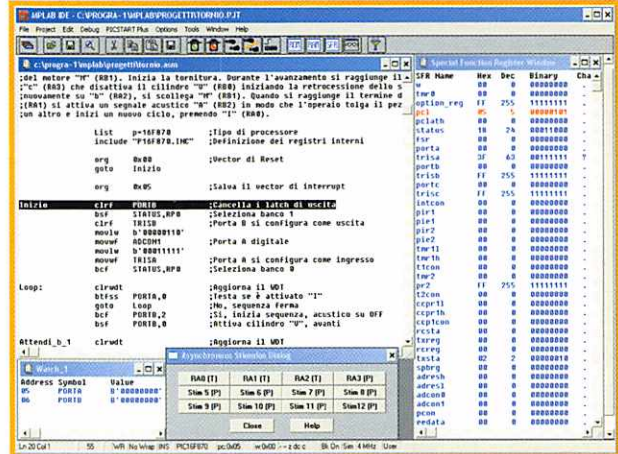
```
Build Results
Building TORNIO.HEX...

Compiling TORNIO.ASM:
Command line: "C:\PROGRA~1\MPLAB\MPASMWIN.EXE /p16F870 /q C:\PROGRA~1\MPLAB\PROGETTI\TORNIO.ASM"
Message[302] C:\PROGRA~1\MPLAB\PROGETTI\TORNIO.ASM 22 : Register in operand not in bank 0.  Ensur
Message[302] C:\PROGRA~1\MPLAB\PROGETTI\TORNIO.ASM 24 : Register in operand not in bank 0.  Ensur
Message[302] C:\PROGRA~1\MPLAB\PROGETTI\TORNIO.ASM 26 : Register in operand not in bank 0.  Ensur

Build completed successfully.
```

Risultato della compilazione.

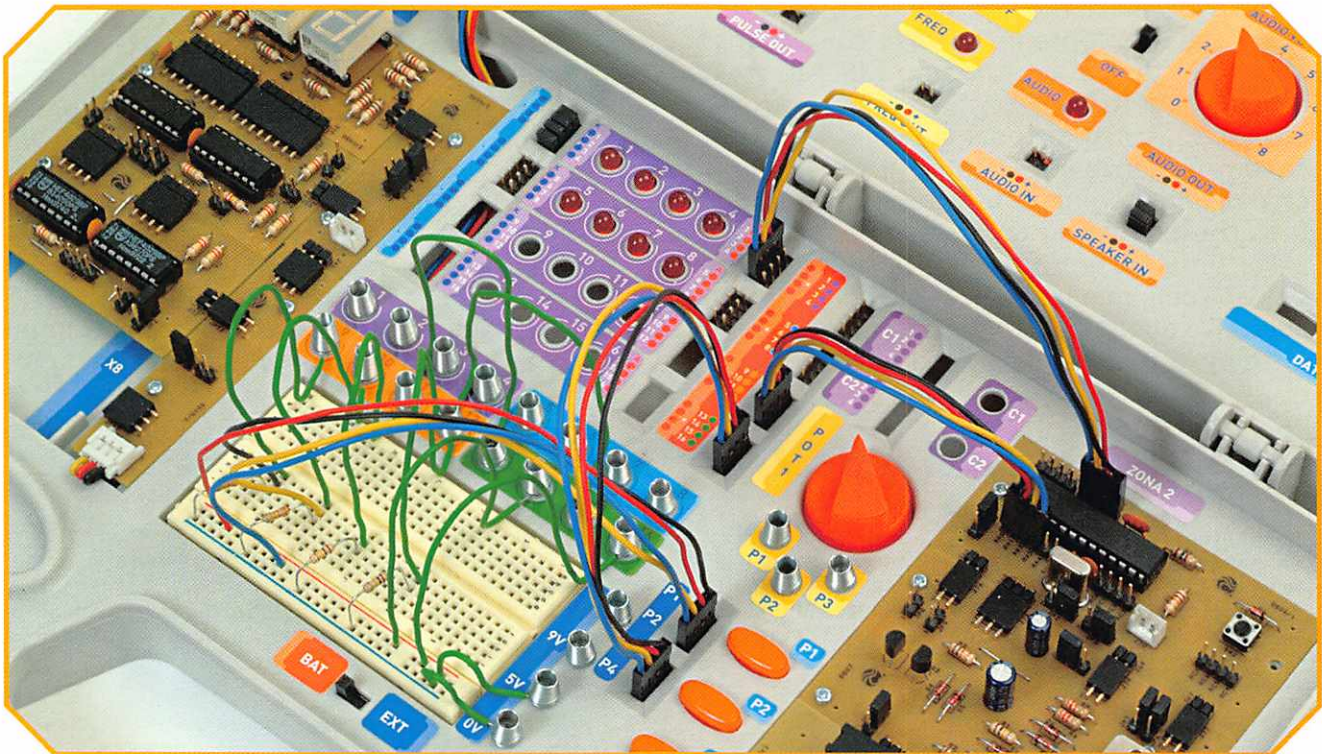
Asynchronous Stimulus Dialog

RA0 (T)	RA1 (T)	RA2 (T)	RA3 (T)
Stim 5 (P)	Stim 6 (P)	Stim 7 (P)	Stim 8 (P)
Stim 9 (P)	Stim 10 (P)	Stim 11 (P)	Stim12 (P)

Close | Help

Programmiamo l'opzione Toggle sui pulsanti del simulatore di stimoli.

cedenza per automatizzare un processo di foratura. Il montaggio del circuito elettrico sul laboratorio è lo stesso di quello visto per la foratura, con l'unica eccezione costituita dal fatto che il processo di automatizzazione del tornio richiede due uscite in meno. È consigliabile caricare il programma sul PIC e provare l'ultima fase del progetto. La coincidenza col processo di foratura non è casuale, dato che per la maggior parte dei processi industriali l'idea è la stessa. Automatizzeremo qualsiasi processo utilizzando sensori, dispositivi attuatori (motori, relè, ecc.) e un microcontroller il cui

Aspetto generale di MPLAB durante la simulazione.

programma può arrivare a essere molto semplice per il suo programmatore.

Avete potuto verificare anche che il nostro PIC è sovradimensionato per questo tipo di progetti, dato che non utilizza altre risorse che le porte di I/O. Normalmente si lavora con temporizzatori e interrupt, però potremo sempre installare un PIC molto più semplice riducendo ulteriormente i costi del progetto.

Il montaggio della macchina di foratura è valido anche per il progetto del tornio.